

Resultados preliminares de la influencia de la temperatura de cultivo sobre la proporción de sexos en el rodaballo (*Scophthalmus maximus* L.)

R. Cal¹, J. Hernández-Urcera¹, J.B. Peleteiro¹, D. Robledo³, A. Viñas³, M.J. Lago¹, L. Sánchez² y P. Martínez²

¹Instituto Español de Oceanografía (IEO). Centro Oceanográfico de Vigo. Subida a Radio Faro, 50. 36390-Vigo. e-mail: rosa.cal@vi.ieo.es

²Dpto. Genética. Facultad de Veterinaria. Universidad de Santiago de Compostela

³Dpto. Genética. Facultad de Biología. CIBUS. Universidad de Santiago de Compostela

Abstract

Larvae from three families of turbot were cultured at 15°C, 18°C and 22°C from 2 to 90 days old, and then at ambient temperature until 210 days old. Regarding families 1 and 2, the sexual proportions determined by the phenotype varied between 40%-60%, regardless of the culture temperature ($p>0.05$). Contrary, in family 3, the percentage of females was higher than for males in all three culture temperatures. Furthermore, there were differences ($p<0.05$) between families cultured at 15°C and 18°C. For families 1 and 2, sex determined by genotype was similar to that determined by the phenotype, with differences $<10\%$. Contrary, for family 3, the percentage of males determined by the genotype that were phenotypically females was 36, 29 and 18% for animals cultured at 15°C, 18°C and 22°C, respectively. Results suggest an interaction temperature-family in the turbot sex determination which should be checked on a higher number of families.

Resumen

Las larvas de tres familias de rodaballos se cultivaron a temperaturas de 15°C, 18°C y 22°C desde el día dos hasta día 90 de vida y a temperatura ambiente hasta el día 210. En las familias 1 y 2 las proporciones sexuales, determinadas por el fenotipo, oscilaron en los tres grupos entre el 40%-60%, y no se observaron diferencias significativas entre los diferentes grupos de temperatura ($p>0.05$). En la familia 3, el porcentaje de hembras fue mayor que el de machos en los tres grupos de temperatura, y además se observó diferencia significativa ($p<0.05$) entre el grupo de peces cultivados a temperatura fría con respecto a los cultivados en agua ambiente. En las familias 1 y 2 el sexo genético coincidió en gran medida con el sexo fenotípico, siendo la discrepancia menor del 10%. Sin embargo, en la familia 3 se observó que el 36,5% de los machos genéticos eran hembras a 15°C, el 29% a 18°C y el 18% a 23°C. Los resultados sugieren la interacción temperatura-familia en la determinación sexual del rodaballo, que debe ser confirmada en un mayor número de familias.

Justificación

En el cultivo de especies de peces gonocorista como la lubina (*Dicentrarchus labrax*), diversas especies del lenguado (*Paralichthys* sp) y el halibut (*Hippoglossus hippoglossus*), se ha demostrado que utilizando temperaturas de cultivo más altas o más bajas de las habituales durante el periodo de diferenciación gonadal, se altera la proporción de sexos. Además esta alteración difiere entre familias de una misma especie, sugiriendo la existencia de interacciones genotipo-temperatura (Saillant *et al.*, 2002; Luckembach *et al.*, 2003; Van Ness 2006). En el rodaballo (*Scophthalmus maximus* L.) las hembras crecen más que los machos y alcanzan la madurez sexual más tarde, por lo que en los sistemas productivos son más interesantes que los machos, pero su proporción en cultivo es muy variable (20-80%). Cal *et al.* (2007) y Haffray *et al.* (2009) estudiaron la influencia de la temperatura de cultivo sobre la proporción de sexos, comenzando a partir de la metamorfosis completa de las larvas, aproximadamente a día 30 de vida, pero los resultados no fueron concluyentes. El objetivo de este estudio ha sido determinar si como en otras especies cultivadas, en el rodaballo la temperatura de cultivo aplicada desde los dos primeros días de vida, puede alterar y en qué sentido y medida, la proporción de sexos. Además se evaluará la interacción entre la temperatura y el locus mayor determinante del sexo en esta especie.

Material y Métodos

En el Centro Oceanográfico de Vigo se generaron tres familias cruzando progenitores previamente genotipados. Los huevos se incubaron a 13-14°C hasta el día 2 después de la eclosión. Entonces se dividieron las larvas en tres

grupos, que se cultivaron a 15-16°C, 17-18°C y 21-22°C (dos replicados por grupo), hasta día 90 de vida. A partir de esta edad todos los alevines se siguieron cultivando a temperatura ambiente hasta los 7 meses de edad, momento en el que se pudo determinar su sexo fenotípico de visu. Cada uno de los peces sexados fueron asignados a cada una de las familias generadas realizándose un test de paternidad utilizando un panel de loci microsatélites altamente resolutivo (Castro et al., 2004). El sexo genético fue establecido mediante la herramienta genética patentada por el grupo de investigación Acuigen, que implica varios marcadores asociados a la región principal determinante del sexo (Martínez et al., 2009). Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante el software SPSS (versión 11.5).

Resultados y Discusión

En la familia 1 y en la familia 2, la proporción del sexo fenotípico (*Macho/Hembra*) en los tres grupos cultivados a diferentes temperaturas osciló entre 40-60% y, no se observaron diferencias significativas entre grupos ($p>0.05$). En la familia 3 el porcentaje de hembras fenotípicas fue significativamente mayor que el de machos en los tres grupos, y el porcentaje de sexos fenotípicos fue significativamente diferente entre los grupos cultivados a temperatura fría y los cultivados a temperatura ambiente ($p<0.05$). Respecto al sexo genético, la proporción de sexos en las tres familias osciló entre el 40-60%. En las familias 1 y 2 el sexo genético coincidió en gran medida con el sexo fenotípico, siendo la discrepancia menor del 10%. Sin embargo, en la familia 3 se observó que el 36,5% de los machos genéticos eran hembras a 15°C, el 29% a 18°C y el 18% a 23°C, observándose una menor tasa de discrepancia con el aumento de la temperatura. Estos datos parecen confirmar que existen otros genes de menor efecto implicados en la determinación sexual del rodaballo, y sugieren la existencia de interacción temperatura-familia, aunque deben ser corroborados utilizando mayor número de familias.

Bibliografía

- Cal, R., F.Saborido-Rey, y C. Gómez. 2007. Estudio del efecto de la temperatura sobre la proporción de sexos en el rodaballo (*Scophthalmus maximus* L.). *Libro de resúmenes del XI Congreso Nacional de Acuicultura*.
- Castro J., C. Bouza, P. Presa, A. Pino-Querido, A. Riaza, I. Ferreiro, L. Sánchez y Martínez, P. 2004. Potential sources of error in parentage assessment of turbot (*Scophthalmus maximus*) using microsatellite loci. *Aquaculture*, 242: 119-135.
- Haffray, P., E. Lebège, S. Jeu, Y. Guiguen, J.F. Baroiller y A. Fostier. (2009). Genetic determination and temperature effects on turbot *Scophthalmus maximus* sex differentiation. : An investigation using steroid sex-inverted males and females. *Aquaculture*, 294: 30-36.
- Luckembach, J. A., J. Godwin, H. V. Daniels, R. J. Borski. 2003. Gonadal differentiation and effects of temperature on sex determination in southern flounder (*Paralichthys lethostigma*). *Aquaculture*, 216: 315-327.
- Martínez P., C. Bouza, M. Hermida, J. Fernández, M.A. Toro, M. Vera, B.G. Pardo, A. Millán, C. Fernández, R. Vilas, A. Viñas, L. Sánchez, A. Felip, F. Piferrer, I. Ferreiro y S.Cabaleiro. 2009. Identification of the major sex-determining region of turbot (*Scophthalmus maximus*). *Genetics*, 183: 1443-1452
- Saillant, E., A. Fostier, P. Haffray, B. Menu, J. Thimonier, B. Chatain. 2002. Temperature effects and genotype-temperature interactions on sex determination in European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.)
- Van Ness, S. 2006. Colder water may affect halibut sex. *Fish farming International*. December 2006, pp. 14